

Patent Abstracts of Japan

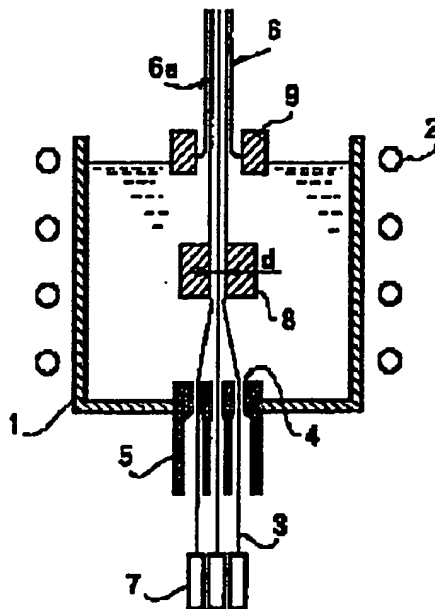
PUBLICATION NUMBER : JP7105761  
PUBLICATION DATE : 21-04-95  
APPLICATION NUMBER : JP930251679  
APPLICATION DATE : 07-10-93

PATENTEE : TOKYO ELECTRIC POWER CO  
INC:THE; others: 01  
PATENT DATE:21-04-1995

INVENTOR : OZAWA AKIO; others: 03

INT.CL. : H01B13/00  
H01B5/08

TITLE : MANUFACTURE OF  
FIBER-REINFORCED COMPOSITE  
WIRE



ABSTRACT : PURPOSE:To provide a long-size fiber-reinforced composite wire having structure satisfactory as a transmission line by passing the core wire of a preform wire, composed of a long-size fiber and aluminum or aluminum alloy, through the molten metal of aluminum or aluminum alloy.  
CONSTITUTION:One or more preform wire 3 to be adopted as a core wire is supplied from a wire supply source 7. This preform wire is composed of long-size fiber and aluminum or aluminum alloy to be introduced into a molten metal tank 1 having a heater 2 via the given arrangement-shape insertion hole 4 of a nipple 5 to be continuously passed to the molten metal of aluminum or aluminum alloy stored in this molten metal tank 1. This preform wire 3 is stranded into a wire bundle having a given diameter by a guide 8 having a given inner diameter (d) arranged in the molten metal, and also is coated with the molten metal. Then the coated wire bundle is passed through an outlet side die 9 to adjust adherent molten metal quantity to obtain a long-size fiber-reinforced composite wire 6 having a given shape composite part 6a.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-105761

(43) 公開日 平成7年(1995)4月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 B 13/00	5 4 1	7244-5G		
// H 0 1 B 5/08				

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平5-251679

(22) 出願日 平成5年(1993)10月7日

(71) 出願人 000003687  
東京電力株式会社  
東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(71) 出願人 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区丸の内二丁目1番2号

(72) 発明者 小澤 明夫  
東京都千代田区神田神保町2丁目2番30号  
東京電力株式会社開発研究所内

(72) 発明者 石橋 武  
東京都千代田区神田神保町2丁目2番30号  
東京電力株式会社開発研究所内

(74) 代理人 弁理士 絹谷 信雄

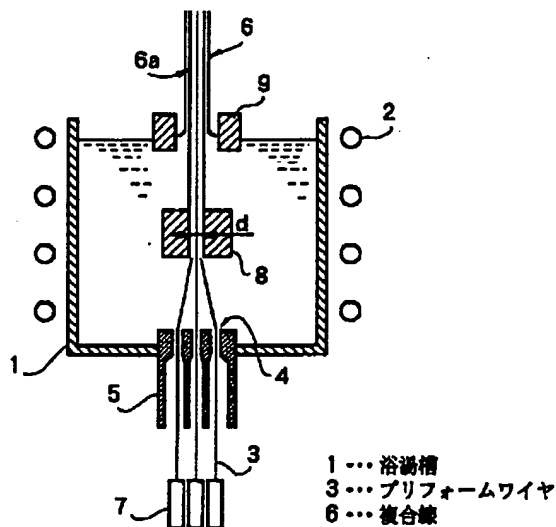
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化複合線の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 長尺の炭化ケイ素繊維により強化されると共に送電線として満足する構造をもつ繊維強化複合線を製造する方法を提供することである。

【構成】 長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ1本又は複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の溶湯中に連続的に通してアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線6を製造する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ1本又は複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の溶湯中に連続的に通してアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造することを特徴とする繊維強化複合線の製造方法。

【請求項2】 長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の溶湯中に通すと共にその溶湯中に備えられたワイヤ束の径を絞るガイドを通過させてアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造することを特徴とする繊維強化複合線の製造方法。

【請求項3】 長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ1本又は複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の2つの溶湯槽を通してアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造することを特徴とする繊維強化複合線の製造方法。

【請求項4】 長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の第1溶湯槽を通過させて複数本のプリフォームワイヤを再溶融して一体化し、その後、これを第2溶湯槽を通過させてアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造することを特徴とする繊維強化複合線の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は繊維強化複合線の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 送電線用複合線の製造方法としては従来から幾つか知られており、繊維で強化する方法も既にある。この繊維で強化する方法としては、特開平2-181303号公報に開示されているものがあり、この方法は、アルミニウムに強化用短繊維を分散して固化して製造した短繊維分散材を、鋳造間隙の位置でアルミニウム溶湯中に添加し、この溶湯をベルト・アンド・ホイール方法により連続的に複合線として鋳造圧延するものである。

【0003】 また、一般的な複合材の製造方法としては、(1) 金属箔あるいは薄板と繊維を重ね合わせ、ホットプレスにより高温で圧力を加えながら、繊維とマトリクスを拡散結合させる拡散結合方法、(2) 整列した繊維束の間に溶融金属を浸透させ、これを高压で鋳造する高压鋳造方法、(3) 繊維束を溶湯中に通して連続的に引き上げ、あるいは引きおろして複合する溶融浸透方法などがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、前述の複合線の製造方法では、送電線として満足する構造をもった複合線を連続的に製造することが困難な場合がある。

【0005】 すなわち、ベルト・アンド・ホイール方法

を用いた連続鋳造法の場合、短繊維を複合したインゴットを圧延・伸線することにより索線製造が可能であるが、長尺繊維を複合する場合、繊維がほとんど伸びないという特性から圧延・伸線が困難である。

【0006】 ホットプレスを用いた拡散結合法、あるいは高压鋳造法の場合、短尺あるいは短繊維を複合する場合には有効ではあるが、長尺繊維(1000m程度)を連続的に複合することは困難である。

【0007】 繊維束を溶湯中に通して、連続的に複合させる溶融浸透法の場合、繊維のフィラメント数(一束の繊維数)がある範囲に限定されていることや、製造法の理由から、索線径が小さく(φ0.5程度)、かつ構造が一定のものしか得られない。又、索線はダイスを用いて絞って製造するため、繊維が表面に露出し、損傷を招くおそれがある。

【0008】 本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、長尺の炭化ケイ素繊維により強化されると共に送電線として満足する構造をもった繊維強化複合線の製造方法を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明は、前記目的を達成するために、長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ1本又は複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の溶湯中に連続的に通してアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造するものである。

【0010】 また、長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の溶湯中に通すと共にその溶湯中に備えられたワイヤ束の径を絞るガイドを通過させてアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造するものである。

【0011】 さらに、長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ1本又は複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の2つの溶湯槽を通してアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造するものである。

【0012】 さらにまた、長尺繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ複数本を芯線とし、これをアルミ又はアルミ合金の第1溶湯槽を通過させて複数本のプリフォームワイヤを再溶融して一体化し、その後、これを第2溶湯槽を通過させてアルミ又はアルミ合金で被覆し、複合線を製造するものである。

【0013】

【作用】 プリフォームワイヤを溶湯中に連続的に通してアルミ又はアルミ合金で被覆することで、ワイヤ(複合部)が繊維とAlとからなるため、ワイヤ自身のアルミが外層となるアルミと溶け合って一部一体化するので、ワイヤの外周にアルミが接着しやすく複合部が中心でアルミが外層となった構造の複合線が製造される。この構造

は燃線等の製造工程中のプレフォームが容易の構造である。従って、長尺の繊維により強化されると共に送電線として満足する構造をもつ繊維強化複合線が得られることになる。

【0014】また、芯線を溶湯中に通す際、ガイドを通過させることで、複数のワイヤをより確実に中心に配置することが可能となる。

【0015】さらに、芯線を2つの溶湯槽を通すことで、ワイヤの形状や外層のアルミの形状を任意に代えた構造の複合線を製造することが可能となる。

【0016】さらにまた、複数のプリフォームワイヤを第1溶湯槽を通過させて再熔融して一体化し、その後、これを第2溶湯槽を通過させることで、中心部のワイヤ束の径が小さくなる。即ち、中心部である繊維とAlの複合部の径が小さくなり、外層のアルミの内厚を大きくすることができ、よりプレフォームが容易となる。

【0017】

【実施例】以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

【0018】図1は本発明の繊維強化複合線の製造方法を実施するためのディップフォーミング法による複合線の製造装置の一例を示す図である。

【0019】図1において、1はアルミ又はアルミ合金の溶湯槽を示し、この溶湯槽1は例えば円筒状に形成され外側にアルミの熔融温度を制御するヒータ2が配設されている。

【0020】溶湯槽1の下部中央部には複合するプリフォームワイヤ3の本数（例えば7本）と同数の挿入穴4を有するニップル5が設けられている。

【0021】ニップル5の挿入穴4は、製造される複合線6の複合部6aの形状に応じて任意に配置される（例えば図2及び図3に示すような複合線6を製造する場合には1つが真ん中で、その周りに6つが60°間隔を隔てて配置される）と共に、挿入穴4を通る際複数のワイヤが平行になるように形成され、これらの挿入穴4にワイヤ供給源7からの長尺S1C繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ3が1本ずつ挿入される。

【0022】また、溶湯槽1の中央部には挿入されたワイヤ3の束を任意の径に絞るガイド8が配設され、このガイド8の内径dは複合線6の中心部（複合部）6aの径と同じ大きさに形成される。すなわち、ガイド8の内径dを任意に変えることにより、所望の径の複合部6aを有する複合線6を製造することが可能となる。

【0023】さらに、溶湯槽1内の湯面の中央部には、複合部6aに一定厚のアルミを被覆するための所定の内径（所望する複合線6の外径と同じ大きさの径）のダイス9が配設されており、ワイヤ供給源7から引き出された複数のプリフォームワイヤ3はそれぞれのニップル5の挿入穴4を通して溶湯槽1内に入り、ガイド8で所定

の径に絞られてからダイス9を介してその外側にアルミが被覆され、最終素線（複合線6）となって湯面上に至るようになっている。

【0024】さて、複合線6を得るには、先ず長尺S1C繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ（例えば外径0.5mmのプリフォームワイヤ）3を、ワイヤ供給源7からそれぞれ引き出してニップル5の挿入穴4に1本ずつ挿通する。このワイヤ3の本数は、所望の繊維体積率を得るために任意に設定することができ、本実施例では7本である。挿入穴4を挿通させたワイヤ3はガイド8を介してからダイス9を通るように装着する。

【0025】そして、溶湯槽1内のアルミを例えば680～700℃に加熱して熔融すると共に、装着したワイヤ3をダイス9から連続的に引き出すように引っ張る。

【0026】これにより、ニップル5の挿入穴4から溶湯槽1内に入り、ガイド8及びダイス9を介したプリフォームワイヤ3の外側にアルミが被覆され、最終素線（複合線6）となって湯面上に至る。この際、ガイド8として内径 $d_1$ のものをを用いることにより、図2に示すように、複合部6aの外径が $d_1$ で、アルミの被覆厚が $t_1$ の複合線6が得られる。また、ガイド8として内径 $d_2$ のものをを用いることにより、図3に示すように、複合部6aの外径が $d_2$ の複合線6が得られる。

【0027】このように、溶湯槽1を用いてディップフォーミング法を適用し、プリフォームワイヤ3を溶湯中に連続的に通してアルミで被覆することにより、ワイヤ3（複合部6a）が繊維とAlとからなるため、ワイヤ自身のアルミの外周が外層となる被覆用のアルミと溶け合って一部一体化するので、ワイヤの外周にアルミが密着強度高く接着して、複合部6aが中心でアルミが外層の構造の複合線6（例えば外径2.4mmで繊維体積率12%のアルミ充填率の高い複合線）が連続的に製造される。この複合線6は、アルミが外層に配置されるため、燃線等の製造工程中のプレフォーム（バラけないための加工）を外層のアルミの塑性変形により達成することができ、よって、長尺の炭化ケイ素繊維により強化されると共に送電線として満足する構造をもつ繊維強化複合線6が得られることになる。

【0028】また、複数のワイヤ3を溶湯中に通す際、ガイド8を通過させることで、複数のワイヤ3をより確実に複合線6の中心に配置することができる。そのガイド8の内径は、複合線6の複合部6aの外径と同じになるため、その内径を任意に変えることにより、所望の径の複合部6aを有する複合線6を製造することが可能となる。これにより、複合部6aの外径が燃線工程における曲げ剛性（曲げやすさ）の点から非常に重要なパラメータであり電線設計により最適な径を選定することができる。また、外層のアルミの内厚はダイス9の内径を変えることにより、ある程度調節可能である。さらに、ダ

イス9を内径の異なるものと交換することにより任意の外径の複合線6を製造することが可能である。

【0029】さらに、ニップル5のワイヤ3の挿入穴4をワイヤ1本毎に設けることにより、ワイヤ3間へのアルミの充填が容易になる。すなわち、複数本のワイヤ3はニップル5の挿入穴4の配置に従い相互に所定の間隔を隔ててから溶湯内に供給されるため、ワイヤ3間にアルミが十分に浸透されることになる。よって、図3に示すような複合線6を製造する場合には、特にワイヤ3間にアルミが隙間なく充填され、かつワイヤ3自身のアルミの外周が外層となる被覆用のアルミと溶け合っ

て一部一体化するので、密着強度高くアルミが被覆された複合線6を製造することができる。

【0030】従って、送電線として軽量化、低弛度化、増容量化が期待できる繊維強化複合線6を連続的に製造することが可能となる。

【0031】図4は本発明の繊維強化複合線の製造方法を実施するためのディップフォーミング法による複合線の製造装置の他の例を示す図である。

【0032】図4において、10はアルミ又はアルミ合金の溶湯槽を示し、この溶湯槽10にはアルミ又はアルミ合金を溶融するヒータ11が配設されている。

【0033】溶湯槽10の溶湯面より下方の側部には上下2段にノズル12、13が設けられ、これらノズル12、13は実質的に溶湯槽が2つ設けられたことになる。各ノズル12、13には、ノズル12、13内の溶湯の温度を測定する温度計14、15が配設されていると共に、ノズル内の溶融の温度を各温度計14、15に基づいて所定の温度に維持するように制御されるヒータ16、17がそれぞれ配設されている。

【0034】第1溶湯槽である下段のノズル13は、図4及び図5に示すように、複数のプリフォームワイヤ3の束を一体化せしめるもので、ワイヤ3中のアルミがある程度溶融しても良い溶融温度（例えば680～700℃）にヒータ17により維持されるようになっている。下段のノズル13の下部には、ワイヤ3の浸漬距離hを可変できるようにワイヤ3の長手方向に沿って移動自在に形成されていると共に、複合するプリフォームワイヤ3の本数と同数の挿入穴18を有する下段ニップル19が設けられている。その下段ニップル19の挿入穴18には、ワイヤ供給源7からの長尺S1C繊維とアルミ又はアルミ合金とからなるプリフォームワイヤ3が1本ずつ挿入される。下段ノズル13の上部には、ワイヤ束の外径（図8に示すように複数のワイヤを束ねた際の外径d<sub>1</sub>）より小さい内径d<sub>2</sub>の下段ダイス20が設けられて

いる。

【0035】第2溶湯槽である上段のノズル12は、図4及び図6に示すように、下段のノズル13で一体化したワイヤ21に一定厚（例えば図7に示す複合線を製造する場合にはt<sub>1</sub>）のアルミを被覆するもので、凝固に

よる被覆を行うため溶融しない程度の浸漬時間及び溶湯温度（例えば670～680℃）に維持されるようになってい

る。上段のノズル12の下部には、ワイヤ21の浸漬距離を可変できるようにワイヤ3の長手方向に沿って移動自在なニップル（上段ニップル）22が設けられていると共に、上部には一体化したワイヤ21の外径より大きな内径d<sub>3</sub>のダイス（上段ダイス）23が設けられている。

【0036】前記下段ニップル19、下段ダイス20、上段ニップル22及び上段ダイス23は直線状に配置されていると共に、下段と上段のノズル13、12の間（下段ダイス20と上段ニップル22の間）には、不活性ガスが供給されて不活性ガス雰囲気になる不活性ガス路24が設けられている。

【0037】尚、本複合線の製造装置では、1つの溶湯槽の側部に2つのノズルを設けて実質的に2つの溶湯槽を形成したが、2つの別々の溶湯槽を用いるようにしてもよい。

【0038】さて、例えば図7に示すような複合線25を得るには、先ず長尺S1C繊維とアルミ又はアルミ合金とからなる所定の径（例えば外径0.5mm）のプリフォームワイヤ3を、所望の繊維体積率を得るために設定した本数（例えば13本）装着する。この装着は、複数のワイヤ3を下段ニップル19の挿入穴18に1本ずつ挿通する。そして、下段ダイス20、不活性ガス路24、上段ニップル22及び上段ダイス23を通して引き出されるようにする。

【0039】その後、溶湯槽10内のアルミを加熱して溶融し、下段ノズル13内の溶湯の温度を例えば680～700℃にすると共に、上段ノズル12内の溶湯の温度を例えば670～680℃に維持し、装着したワイヤ3を連続的に上段ダイス23から引き出す。

【0040】これにより、ワイヤ供給源7からの複数のプリフォームワイヤ3は下段ニップル19から下段ノズル13に入り、ノズル13内を通過して下段ダイス20に至り、複数のワイヤ3の束が一体化された素線（ワイヤ21）が製造される。この際、下段ダイス23として、ワイヤ束の外径d<sub>1</sub>より小さい内径d<sub>2</sub>のダイスを用いることにより、ワイヤ間に隙間がなくなるので、強度が向上した一体化素線を製造することができる。

【0041】一体化したワイヤ21は、下段ダイス20から不活性雰囲気中の不活性ガス路24を通過して上段ニップル22から上段ノズル12内に入る。そして、ノズル12内を通過して上段ダイス23に至り、その外側に所定厚t<sub>2</sub>のアルミが被覆され、図7に示すような最終素線（複合線25）となってノズル12から引き出される。例えば、下段ノズル13内の溶湯の温度を680～700℃、上段ノズル12内の溶湯温度670～680℃、下段ノズル13内での浸漬距離を20mmにすることにより、外径2.0mmで繊維体積率17%の複合線が製造可能で

ある。

【0042】このように、2つの異なる溶湯槽（ノズル12、13）を有したディップフォーミング法による製造装置を用いて、プリフォームワイヤ3を溶湯中に連続的に通してアルミ又はアルミ合金で被覆するため、ワイヤ自身のアルミの外周が外層となる被覆用アルミと溶け合って一部一体化するので、ワイヤ3の外周にアルミが密着強度高く接着して、複合部が中心でアルミが外層の構造の複合線25が連続的に製造される。よって、長尺の炭化ケイ素繊維により強化されると共に送電線として満足する構造をもつ繊維強化複合線25が得られることになる。

【0043】また、複数のワイヤ3を下段ノズル13を通して一体化するため、複合部（ワイヤ束）の径が小さくなる。すなわち、複数のワイヤ3を単に束ねるだけでは図8に示すようにワイヤ束の外径は $d$ となるが、そのワイヤ束を一体化することで図7に示すようにワイヤ束の外径を小さくすることができ、かつそれに伴い外層のアルミの厚さも $t$ から $t_2$ へと厚くなるので、燃線時のプレフォームがより容易となる。

【0044】さらに、ワイヤ3の本数、ニップル19、22、ダイス20、23を変えることにより、任意の繊維体積率及び外径を有する複合線を製造することが可能となる。

【0045】従って、送電線として軽量化、低弛度化、増容量化が期待できる繊維強化複合線25を連続的に製造することが可能となる。

【0046】また、前述の2つの複合線の製造装置を用いることにより、本出願人が先に提案した図9及び図10に示す複合線30を製造することができる。この複合線30は、図示するように、長尺炭化ケイ素繊維31が中心部でその外周に短尺繊維又はウイスキー32を配設した中心部複合線33の外周に、アルミ又はアルミ合金のアルミ層34を設けた複合線であり、中心部複合線33を製造装置のニップルからアルミの溶湯中に通すことにより、その外周にアルミを被覆することが可能となる。

【0047】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば次のような効果を奏する。

【0048】(1) プリフォームワイヤを溶湯中に連続的に通してアルミ又はアルミ合金で被覆するので、燃線等の製造工程中のプレフォームが容易の構造をもつ繊維強化複合線が得られる。

【0049】(2) 複数のプリフォームワイヤを溶湯中に通す際、ガイドを通過させることで、複数のワイヤからなる複合部をより確実に中心に配置することができる。

【0050】(3) プリフォームワイヤを2つの溶湯槽を通すことで、ワイヤの形状や外層のアルミの形状を任意に代えた構造の複合線を製造することができる。

【0051】(4) 複数のプリフォームワイヤを第1溶湯槽を通過させて再溶融して一体化し、その後、これを第2溶湯槽を通過させることで、複合部（中心部）の径を小さくできると共に外層のアルミの肉厚を大きくすることができ、よりプレフォームが容易の構造の繊維強化複合線が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法を実施するための複合線の製造装置の一例を示す概略断面図である。

【図2】複合線の一例を示す断面図である。

【図3】複合線の他の例を示す断面図である。

【図4】本発明の方法を実施するための複合線の製造装置の他の例を示す概略断面図である。

【図5】図4に示す製造装置の下段のノズルの状態を示す断面図である。

【図6】図4に示す製造装置の上段のノズルの状態を示す断面図である。

【図7】複合線の他の例を示す断面図である。

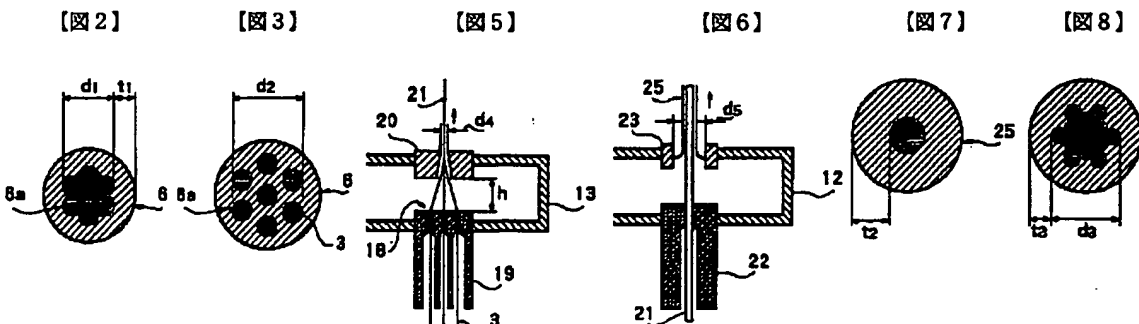
【図8】複合線の他の例を示す断面図である。

【図9】本出願人が先に提案した複合線の横断面である。

【図10】図9中A-A線矢視断面図である。

【符号の説明】

- 1 溶湯槽
- 3 プリフォームワイヤ
- 6 複合線



【図2】

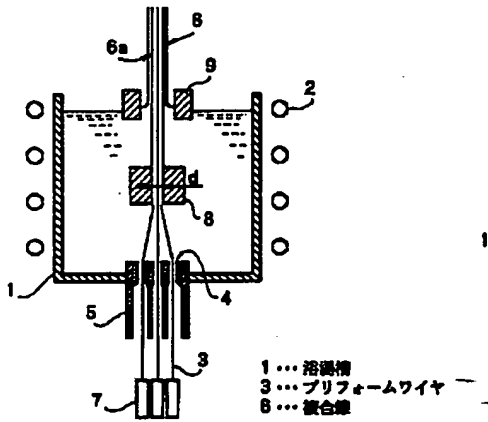
【図3】

【図5】

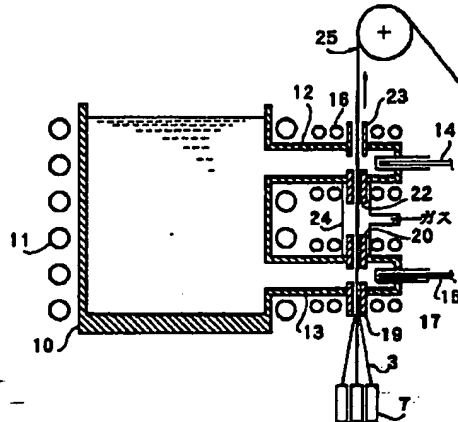
【図6】

【図8】

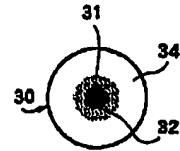
【図1】



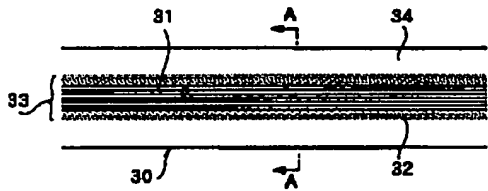
【図4】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 黒田 洋光  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社パワーシステム研究所内

(72)発明者 窪川 弘  
茨城県日立市日高町5丁目1番1号 日立  
電線株式会社パワーシステム研究所内